



PERANCANGAN SISTEM KELISTRIKAN HYBRID (TENAGA MATAHARI DAN LISTRIK PLN) UNTUK MENGGERAKKAN POMPA AIR SUBMERSIBEL 1 PHASE PERANCANGAN SISTEM ELEKTRIK TENAGA HYBRID UNTUK POMPA AIR

Andrew Joewono^{1*}, Rasional Sitepu¹, Peter R Angka¹

¹Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya ; Jl. Kalijudan no.37 Surabaya, 60114,

Telp : 031-3891264, Fax : 031-3891267

*e-mail : andrew_sby@yahoo.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan suatu energi yang sangat diperlukan. Matahari (sinar matahari) adalah salah satu energi terbarukan, dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan energi listrik. Indonesia merupakan negara tropis, sehingga sinar matahari tersedia cukup banyak. Untuk mendapatkan energi listrik yang efisien dan aman (konsisten), dapat digunakan energi matahari yang di backup dengan energi listrik PLN (sistem hybrid) off grid. Sistem hybrid yang direncanakan menggunakan peripheral Solar panel 100 WP (2 buah), Baterai 100 Ah 12 V (2 buah), Sistem kontroler hybrid dengan inverter 1400 watt. Aplikasi yang dirancang untuk menggerakkan pompa air sumur dalam (submersibel) 1 phase diameter 3 inci yang membutuhkan daya 370 watt.

Dengan menggunakan sistem yang dirancang didapat suatu aplikasi sistem kelistrikan untuk menggerakkan pompa tersebut dengan hasil pengukuran kerugian energi listrik 1,78 % - 2,03% pada pemakaian daya 417-441 watt diukur selama 4 jam, dengan hasil penyedotan air 14.400 liter per 4 jam atau 1 liter per detik.

Kata kunci : sistem hybrid, tenaga listrik

I. Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam kehidupan, namun untuk pembangkitan masih banyak menggunakan bahan-bahan energi yang tidak terbarukan, misalnya, minyak, batu bara dan gas bumi. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menyatakan bahwa konsumsi energi nasional pada tahun 2009 sebesar 948,112 ribu setara barel minyak (SBM), naik sebesar 21,87% dibandingkan konsumsi energi nasional pada tahun 2000 yang berjumlah 777,925 ribu SBM.[3]

Pemanfaatan bahan-bahan sumber energi tidak terbarukan perlu diperhatikan ketersediaannya, dikarenakan keterbatasan cadangan yang masih tersisa, sehingga perlu dilakukan efisiensi pemanfaatannya, salah satu yang dilakukan dengan membuat sistem *hybrid* (gabungan antara sumber energi tidak terbarukan dan sumber energi terbarukan), yang akan diaplikasikan untuk pemompaan air untuk kegiatan sehari-hari.

Penelitian ini bertujuan merancang sistem elektrik *hybrid* untuk pompa air. Rancangan yang dikembangkan adalah mengoptimalkan pengkonversian energi dari solar panel dan cara pengisian baterai, yang dikombinasikan dengan energi listrik dari sumber energi tidak terbarukan (jaringan listrik PLN).

Rancangan yang dibuat bertujuan untuk mengefisiensi pemakaian daya listrik yang akan digunakan untuk melakukan pemompaan air, sehingga menghasilkan energi listrik untuk pompa air dari sumber elektrik yang efisien didalam pemakaian energi dari sumber tidak terbarukan.

Target penelitian ini adalah terciptanya rancangan (desain) sistem elektrik *hybrid* (energi tidak terbarukan dan energi terbarukan), yang akan membangkitkan energi listrik, untuk menggerakkan sistem pemompa air, sehingga dapat tercipta sistem yang lebih efisien didalam konversi tenaga pemfilterannya.

II. Metode Perancangan

Sistem Elektrik Tenaga hybrid untuk Pompa Air ini dikerjakan dalam beberapa tahap. Blok diagram perancangan alat seperti gambar 1. sebagai berikut,

Komponen yang digunakan untuk pengkonversian energi surya, sebagai berikut :

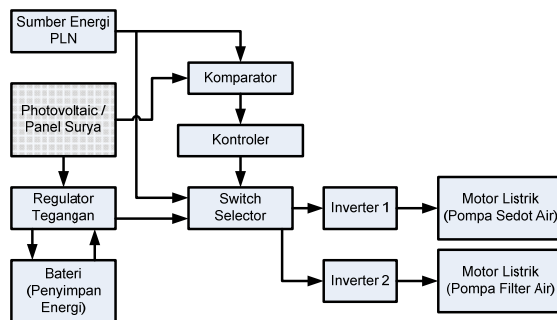
a. Modul Surya

Komponen utama dari Photovoltaic (PV) yang dapat menghasilkan energi listrik DC disebut panel surya atau modul surya. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor (umumnya *silicon*) yang apabila disinari oleh cahaya matahari dapat menghasilkan arus listrik. Dalam penelitian ini digunakan panel sel surya 100 wp 2 buah, seperti pada gambar 2.

b. Baterai/Aki

Baterai atau aki adalah penyimpan energi listrik digunakan sebagai sumber energi listrik pada saat matahari tidak menyinari panel surya. Baterai yang digunakan adalah baterai *deep cycle lead acid*. Pada penelitian ini

digunakan baterai kapasitas 100 Ah, 12 V, sebanyak 2 buah, dengan efisiensi sekitar 80%. dengan waktu pengisian baterai/aki selama 12 jam - 16 jam. Gambar 3.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Elektrik Hybrid untuk Pemfilteran Air Tanah

c. Kontroler hybrid dan Inverter

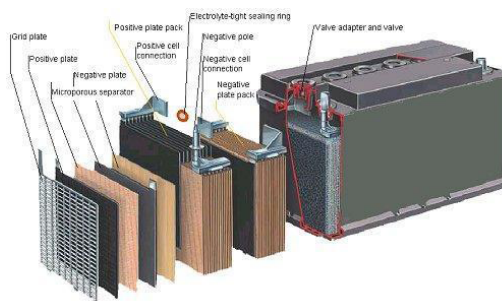
Pada penelitian ini digunakan kontroler hybrid dan inverter 1400 watt, pabrikan dari Luminous, input tegangan dari panel sel surya sebesar 24 volt dan menghasilkan tegangan pengisian baterai 24 volt. Regulator baterai digunakan untuk mengatur pengisian arus listrik dari modul surya ke baterai/aki. Saat isi baterai tersisa 20% sampai 30%, maka regulator akan memutuskan dengan beban. Regulator baterai juga mengatur kelebihan mengisi baterai dan kelebihan tegangan dari modul surya. Manfaat dari alat ini juga untuk menghindari *full discharge* dan *overloading* serta memonitor suhu baterai. *Regulator* baterai dilengkapi dengan *diode protection* yang menghindarkan arus DC dari baterai agar tidak masuk ke panel surya lagi. Inverter (pengubah tegangan DC menjadi AC), menghasilkan tegangan AC 220 volt 1 fase, dengan daya maksimum 1400 watt.



Gambar 2. Panel atau modul sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. [7]

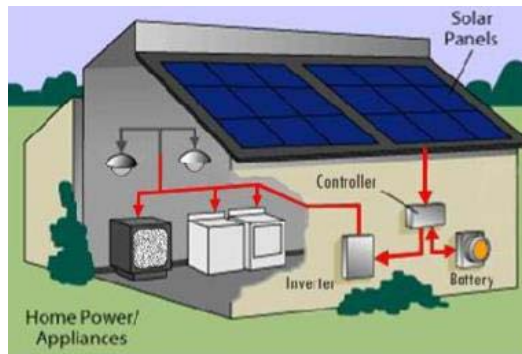
d. Inverter

Inverter adalah alat yang mengubah arus DC menjadi AC sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik yang digunakan. Alat ini mengubah arus DC dari baterai / aki menjadi arus AC untuk kebutuhan beban-beban yang menggunakan arus AC.



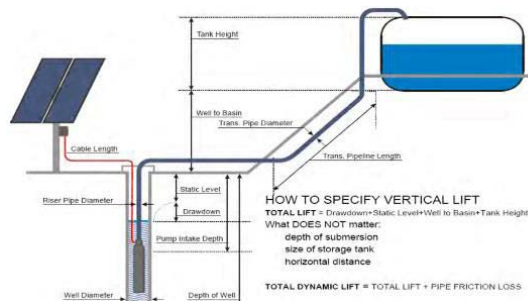
Gambar 3. Baterai/aki sebagai penyimpan energi listrik. [8]

Aplikasi Teknologi PV, yang digunakan untuk penelitian ini, meliputi *Solar Home Sistem* (SHS) yang diaplikasikan untuk memompa air di kedalaman. Komponen utama yang digunakan adalah modul surya, baterai/aki, *regulator* baterai, *inverter*, dan kabel. Skema SHS terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Solar Home Sistem dan komponen-komponennya. [7]

Energi listrik oleh motor listrik akan diubah menjadi energi kinetik yang akan menggerakkan pompa sehingga berhasil memompa air. Debit air yang tersisa ini akan disimpan di tangki penyimpanan sementara. Ilustrasi seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Aplikasi photovoltaic pada pompa air tenaga surya.[9]

Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:

1. Perancangan sistem elektrik tenaga hybrid.
 Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian penghubungan photovoltaic 100wp 12 volt dengan regulator tegangan yang mempunyai fungsi untuk menstabilkan tegangan yang dihasilkan dari photovoltaic, tegangan yang dihasilkan akan disalurkan dan diatur oleh regulator tegangan untuk digunakan mengisi baterai penyimpan dan menyalurkan tegangan ke switch selektor untuk siap menggerakkan motor listrik (motor pompa air).
 Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengukuran tegangan dan arus, yang dihasilkan photovoltaic dan regulator tegangan, sehingga siap untuk digunakan melakukan penyimpanan energi di baterai dan menggerakkan motor-motor listrik.
2. Perancangan sistem komparator
 Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian sensor dan komparator yang berfungsi membandingkan energi yang siap digunakan didalam sistem elektrik hybrid ini, apabila keadaan energi yang dihasilkan dari photovoltaic siap untuk menggerakkan motor-motor listrik maka selektor akan mengarahkan hubungan sumber energi ke motor-motor listrik, apabila energi dari photovoltaic tidak siap, maka sumber dari PLN yang akan disalurkan, sehingga di sistem ini terjadi efisien penggunaan sumber energi yang juga merupakan tolak ukur dari penelitian ini.
 Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengukuran pada sensor dan fungsi komparator sebagai pembanding tenaga yang siap untuk disalurkan, dan penghitungan efisien pemakaian tenaga dari sumber PLN dan photovoltaic yang dihasilkan perharinya.
3. Perancangan sistem kontroler
 Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian kontroler yang akan mengendalikan sistem didalam melakukan pemilihan sumber-sumber tenaga yang akan digunakan untuk terciptanya efisien pemakaian tenaga dari sumber-sumber yang digunakan.
 Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengujian keberhasilan kontroler untuk mengendalikan swith / selektor, sesuai dengan ketentuan yang diinginkan (sumber tenaga dari photovoltaic lebih diutamakan).
4. Perancangan sistem inverter penggerak motor-motor listrik
 Pada tahapan ini dilakukan perancangan rangkaian inverter, yang berfungsi untuk mengubah sumber-sumber tenaga Direct Current (DC) yang dihasilkan dari sistem, menjadi sumber Alternate Current (AC), untuk siap menggerakkan motor-motor yang digunakan.

Pengujian yang dilakukan di tahapan ini, dengan melakukan pengukuran inputan dan keluaran tegangan inverter, yang menjadi sumber tenaga dalam menggerakkan motor-motor yang digunakan

5. Pemilihan pompa submersibel yang digunakan disesuaikan dengan daya listrik yang dihasilkan dari energi solar panel yang dikonversikan inverter dengan sumber aki, menggunakan pompa submersibel 1 phase 3", dengan kekuatan total head 50 meter. [6]

Langkah-langkah perancangan teknologi PV adalah sebagai berikut (perhitungan pendekatan): [1]

1. Mencari total beban pemakaian per hari. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban pemakaian (Wh)} = \text{Daya} \times \text{Lama pemakaian} \dots\dots\dots(1)$$

Daya pompa air 370 watt, direncanakan dipakai selama 3 jam

Maka beban pemakaian 1110 watt

2. Menentukan ukuran kapasitas modul surya yang sesuai dengan beban pemakaian. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Kapasitas modul surya} = \frac{\text{Total beban pemakaian harian}}{\text{Insolasi surya harian}} \dots\dots (2)$$

Total beban pemakaian harian 1110 watt, insolasi surya 5 (lama waktu efektif menerima cahaya)

Maka Kapasitas modul surya 222 watt peak, atau 2 lembar solar panel 100 wp

3. Menentukan kapasitas baterai/aki. Rumus yang digunakan adalah:

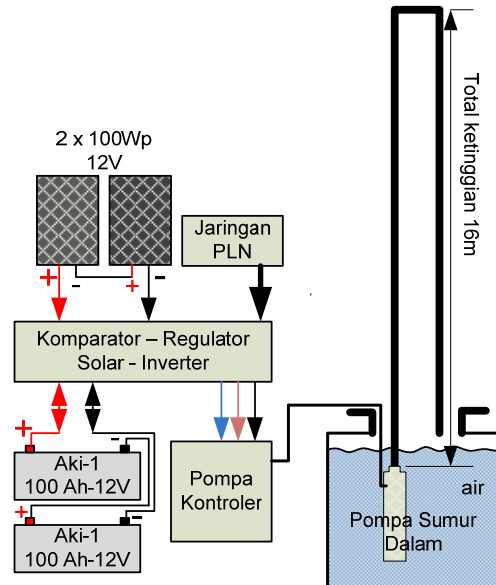
$$\text{Kapasitas baterai (Ah)} = \frac{\text{Total kebutuhan energi harian}}{\text{Tegangan sistem}} \dots\dots (3)$$

Total kebutuhan energi harian 1110 watt, tegangan sistem 12 volt (untuk pemakaian 50%)

Maka Kapasitas baterai $1110 \times 2 = 2220 / 12v = 100Ah = 1,85$ keping

III. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan perancangan, maka dilakukan pengukuran dan pengujian dengan melakukan pemasangan peralatan dan melakukan koneksi peralatan seperti pada gambar 6. berikut ini



Gambar 6. Koneksi pengujian peralatan dan pengukuran

untuk mengetahui daya yang dapat digunakan dari sistem dan daya yang dibuthkan pompa dilakukan pengukuran tegangan dan arus sewaktu melakukan pemompaan air dengan hasil seperti pada tabel 1. berikut ini,

Tabel 1. Pengukuran tegangan dan arus Pemakaian Pemompaan

No	Jam	V Aki (V)	I Aki (A)	Daya Aki	V Pompa (V)	I Pompa (A)	Daya Pompa	Loss
1	11.00	27.3	18.2	496.86	215	2.2	477.4	1.99%
2	12.00	26.4	18	475.2	207.8	2.2	457.2	1.93%
3	13.00	26.4	18	475.2	207.3	2.2	456.2	2.03%
4	14.00	25.4	18	457.2	200.5	2.2	441.2	1.78%
5	15.00	24.3	5	121.5	0	0	0	100%

Dari hasil pengukuran diatas, dapat diketahui, waktu efektif untuk penggunaan sistem ini kurang lebih 4 jam efektif, dengan daya yang dapat digunakan berkisar 441 - 477 watt dengan kerugian daya 1,78 % - 2,03%

Untuk melakukan pengukuran dan pengujian kinerja pompa air dengan sumber dari jaringan listrik PLN dan dari sumber Aki, dilakukan pengujian pemompaan air dengan skema seperti pada gambar 6. hasil pengukuran yang diperoleh seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Pengukuran dan pengujian pemompaan air

a. Sumber tegangan PLN 220V

No	Jam ukur	Arus motor [A]	Hasil Air yang dipompakan (/2L) [detik]					rata-rata [detik]
			1	2	3	4	5	
1	10.15	2.3	2.31	2.42	2.47	2.49	2.58	2.454
2	12.15	2.2	2.27	2.52	2.54	2.42	2.44	2.438
3	13.15	2.3	2.4	2.56	2.46	2.46	2.35	2.446
4	14.15	2.3	2.2	2.3	2.28	2.18	2.17	2.226
5	15.15	2.4	2.02	2.12	2.08	2.19	2.04	2.09
rata-rata		2.3						

b. Sumber tegangan Baterai 24 Volt

No	Jam ukur	Arus motor [A]	Hasil Air yang dipompakan (/2L) [detik]					rata-rata [detik]
			1	2	3	4	5	
1	11.00	2.2	2.20	2.30	2.28	1.89	1.87	2.108
2	12.00	2.3	2.02	1.83	2.08	1.90	1.85	1.936
3	13.00	2.2	2.40	2.06	2.27	2.30	2.44	2.294
4	14.00	2.3	2.22	2.08	2.09	2.11	2.03	2.106
5	15.00	2.3	2.03	2.08	2.07	2.06	2.09	2.066
rata-rata		2.26						

Dari hasil pengukuran dan pengujian pemompaan air, didapat waktu pemompaan rata-rata sebesar 2 detik per 2 liter air, listrik yang digunakan berasal dari jaringan PLN atau dari baterai / aki, artinya sistem ini dapat melakukan pemompaan air di kedalaman dengan menghasilkan kapasitas pemompaan air 1 liter per detiknya.

IV. Kesimpulan dan Saran

Dari perancangan, pengukuran dan pengujian, dapat disimpulkan :

1. Sistem yang direncanakan dapat berjalan dengan sistem hybrid, sumber jaringan listrik PLN dan sumber surya, yang dapat mengatur secara otomatis pengisian energi ke aki dengan prioritas sumber surya
2. Sistem pemompaan air mempunyai nilai kerugian daya berkisar 1,78 % - 2,03%, dengan daya yang dipergunakan 441-477 watt, pada waktu penggunaan 4 jam efektif
3. Sistem pemompaan air dapat melakukan memompa air di kedalaman dengan hasil 1 liter per detik.

Daftar Pustaka

1. Hasnawiyi Hasan, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI PULAU SAUGI", Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 10, Nomor 2, Juli - Desember 2012
2. Angelina Evelyn T, Andrew Joewono, "Sumber Energi Listrik dengan Sistem Hybrid (Solar Panel dan Jaringan Listrik PLN)", Jurnal Widya Teknik, Volume 10, No.1, April 2011
3. LEMIGAS, 2012 <http://www.lemigas.esdm.go.id/id/prdkpenelitian-264-.html> diakses 9 April 2013.
4. Menlh/media, 2009 <http://www.menlh.go.id/ringkasan-berita-media-massa-ii-699/> diakses 13 April 2014
5. DESDM (2007), PLN Targetkan Pemakaian Energi Listrik Terbarukan 10 %, Jakarta. diakses tanggal : 13/01/2009 21:09 dari DESDM (2007). <http://www.esdm.go.id/berita/listrik/39-listrik/129-pln-targetkan-pemakaian-energi-listrik-terbarukan-10.html>
6. FIL (2014), "Water Treatment", <http://filter-penjernih-air.7pilar.net/> diakses tanggal 15 April 2014
7. Photovoltaic Solar Energy, <http://strawbalefarms.com/photov.html> diakses tanggal 15 April 2016.
8. Bill Darden, Car And Deep Cycle Battery, <http://batteryfaq.org/> diakses tanggal 15 April 2016
9. Cara kerja Pompa air tenaga surya, <http://javasuryateknik.blogspot.co.id/2014/01/cara-kerja-pompa-air-tenaga-surya.html> diakses tanggal 15 April 2016

Halaman ini kosong